

# BIOCONTRÔLE



Les champs du possible  
en **lutte biologique**  
sur **grandes cultures**



**AGRICULTURES  
& TERRITOIRES**  
CHAMBRE D'AGRICULTURE  
OISE

# AVANT-PROPOS

Durant les « **30 glorieuses** » jusqu'au milieu des années 70, s'est forgée la conviction que la science nous permettrait de maîtriser et de dominer la nature. Cette confiance a été largement alimentée par les nombreuses révolutions scientifiques et technologiques spectaculaires (la génétique, l'énergie nucléaire, la conquête de l'espace, les télécommunications ...) et a influencé tous les domaines scientifiques. En agriculture, c'était l'avènement de la mécanisation, des engrais de synthèse, des produits phytosanitaires de synthèse, de la modélisation (cycles du carbone, de l'azote ...), avec une approche physico-chimique des sols, et l'espoir de pouvoir tout modéliser, tout maîtriser.

Les 30 années qui ont suivi jusqu'au début du XXI<sup>e</sup> siècle, n'ont globalement connu qu'une optimisation technologique de cet héritage. Mais les progrès matériels cachaient en réalité les limites de cette approche. Le passage au 3<sup>eme</sup> millénaire s'est accompagné d'une prise de conscience, la passage d'un monde infini à conquérir, à un monde fini, avec des ressources naturelles limitées, mais aussi la découverte d'un monde plus complexe au fur et à mesure qu'il se découvre. L'équilibre et la résilience du monde, sa diversité, sa beauté reposent en réalité sur le chaos. C'est de ce changement de paradigme que vient l'idée d'observer la nature, elle qui fait de la R&D depuis 3,8 milliards d'années, et a produit par hasard et par nécessité (Ch.Darwin), des choses tellement incroyables, tellement plus efficaces, tellement plus économes, en bref tellement plus durables que ce que nous savons concevoir dans nos laboratoires. Au XVI<sup>e</sup> siècle Léonard de Vinci, écrivait déjà « **...Prenez vos leçons dans la nature, c'est là qu'est notre futur...** ». En 1997 Janine M. Benyus, publie « **Biomimicry, innovation inspired by nature** » qui structure cette approche.

En Picardie, 1997 c'est le début du programme Protection Intégrée porte d'entrée **vers la lutte intégrée qui copie les processus de régulation biologiques avec les produits de biocontrôle** notamment, et l'agroécologie qui favorise les processus de régulation naturels.

# SOMMAIRE

- 4 Le biocontrôle, **de quoi parle-t-on ?**
- 4 **Définition** du biocontrôle
- 5 **Intérêt** du biocontrôle
- 6 **Les limites** du biocontrôle aujourd'hui
- 6 **Où en est-t-on ?**
- 6 **Les catégories de produits** de biocontrôle
- 8 **Place** du biocontrôle **dans le système de culture**
- 9 **11 fiches** choisies

BALLAD	<i>Bacillus Pumilus</i>	Fongicide
BELOUKA	Acide pélargonique	Herbicide
BIOX-M	Huile de menthe	Antigerminatif
CONTANS WG	Coniothyrium	Fongicide Sol
HELIOSOUFRE	Soufre	Fongicide
POLYVERSUM	<i>Pythium Oligandrum</i>	Fongicide
SILICOSEC	Terre de diatomée	Insecticide stockage
SLUXX	Phosphate de fer chélaté	Molluscicide
SUCCESS GR	Spinosad	Insecticide
TRICHOTOP	Trichogrammes	Parasitoïde
Substance de base	Vinaigre	Fongicide semence



## Le biocontrôle, de quoi parle-t'on ?

Si nous sommes conscients des phénomènes de régulation à l'œuvre en agriculture, il paraît important de rappeler que ceux-ci s'observent d'autant plus facilement, et fonctionnent d'autant mieux que le milieu bénéficie d'un environnement favorable (moins usage de substances chimiques, diversité des cultures, sélection de variétés moins sensibles et environnement propice autour des parcelles).

Cet ensemble de conditions favorise un contexte propice à la protection intégrée.

Le biocontrôle, défini comme un ensemble de moyens de protection des cultures basés sur le recours à des organismes vivants ou des substances naturelles, s'exerce déjà naturellement en de nombreuses situations. Il est d'ailleurs indispensable aux systèmes de production biologique, ou intégrés. ■

## Définition du biocontrôle

La définition des produits de biocontrôle est encadrée par le Code rural (art.L.253-6). Il s'agit « **d'agents et produits utilisant des mécanismes naturels dans le cadre de la lutte intégrée des ennemis des cultures** ». Cette approche technique s'inscrit dans le cadre d'un programme d'action national qui fixe pour objectif la réduction des produits

phytopharmaceutiques, comme une réponse aux enjeux « santé humaine et environnement ». Pour autant, certains produits de biocontrôle existent depuis plus de 30 ans (bacillus th.). L'enjeu du cadre législatif est de contribuer à leur développement en leur attribuant un statut et une reconnaissance.

- ⚠ Attention, ces produits sont à distinguer des moyens de protection des cultures utilisables en AB, même si de nombreux points communs existent. Par exemple, Copseed est autorisé en agriculture biologique, mais il n'est pas réglementairement un produit de biocontrôle.
- ⚠ Ne peuvent pas être inscrits sur la liste des produits phytopharmaceutiques de biocontrôle, les produits CMR ou comportant certaines mentions de danger pour la santé (ex H300, 310, 330, ...), ou pour l'environnement, notamment les milieux aquatiques (ex H400 et 410), à ne pas confondre avec les stimulateurs de défense des plantes.
- ⚠ Les biostimulants ne sont pas des produits de biocontrôle non plus.

Sur le plan juridique, les produits de biocontrôle se répartissent en 4 catégories, les macro-organismes, les micro-organismes, à savoir les médiateurs chimiques et les substances naturelles. A l'exception de la première catégorie qui relève d'une réglementation nationale pour l'utilisation des auxiliaires, les 3 autres catégories de produits de biocontrôle sont considérées comme des produits phytopharmaceutiques et à ce titre

disposent d'une AMM (réglementation CE 1107/2009) et nécessitent donc la détention d'un Certiphyto ad hoc. Le ministère de l'agriculture tient une **liste des produits de biocontrôle actualisée chaque mois**. ■

# Intérêt du biocontrôle

## Réponse aux attentes sociétales

Justifiée ou pas, l'image des produits phytosanitaires étant ce qu'elle est, la loi restreint de plus en plus le panel de solutions autorisées et les agriculteurs recherchent **des solutions qui pourraient être aussi efficaces sans être plus coûteuses, avec une image plus positive**, d'où le questionnement sur les solutions de biocontrôle : elles séduisent par l'espoir de ne pas devoir remettre en question les systèmes de culture par simple substitution d'une solution par une autre. C'est à voir ... et l'objet de de cette note.

## Réponse aux résistances et retraits d'homologation

Malheureusement les solutions de biocontrôle actuellement disponibles n'apportent généralement pas les niveaux d'efficacité procurés par les produits phytosanitaires (hors résistance), et nécessitent souvent une réorganisation des systèmes et/ou une modification des techniques de mise en œuvre. Mais un autre intérêt du biocontrôle est la **gestion des résistances**. En effet le panel des solutions chimiques se réduit, avec des substances actives de plus en plus sélectives mais de plus en plus sujettes au développement rapide des résistances. Les impasses techniques sont de plus en plus nombreuses, et même si l'efficacité des solutions de biocontrôle est souvent en retrait, elles peuvent devenir une meilleure solution en situation de résistance.

## Moindre impact environnemental

Même si la première cause de dégradation des milieux cultivés est avant tout l'urbanisation, puis le travail du sol intense, le recours aux produits phytosanitaires n'est pas sans effets. Les produits de biocontrôle respectent des niveaux de sécurité élevés vis-à-vis de la santé et de l'environnement. Ils sont souvent mieux reconnus par les organismes vivants (bactéries ...) et plus facilement bio-dégradés, en fait « digérés », par les processus biochimiques de l'écosystème. **Les risques de persistance dans le milieu et de pollution des masses d'eau, des sols et de l'air sont donc réduits**. Mais au-delà de cette règle générale, l'expérience de la coccinelle asiatique devenue une « espèce exotique envahissante » nous rappelle que les solutions de biocontrôle nécessitent également une évaluation et des précautions.

## Préservation des processus naturels de régulation

Un des atouts les plus importants du biocontrôle est de **beaucoup mieux respecter les processus de régulation naturels**. L'impact des Effets Non Intentionnels (ENI) des produits phytosanitaires sur ces processus est souvent très fort et largement sous-estimé. Pourtant de nombreux exemples (limaces, altises, rhizoctone ...), montrent que la lutte chimique contre un bioagresseur peut conduire à le favoriser en annihilant les processus de régulation naturels souvent plus efficaces à moyen terme.

Ainsi, leurs faibles ENI expliquent fréquemment les réussites avec les produits de biocontrôle pourtant souvent moins efficaces intrinsèquement. Le solde entre le gain procuré par l'efficacité d'un produit et la perte générée par les ENI peut ainsi être à l'avantage de la solution de biocontrôle malgré une efficacité en retrait. Dans ce cas, les processus de régulation naturels préservés, viennent compléter l'efficacité du traitement de biocontrôle !

## De gros moyens de recherche

L'enjeu de la réduction de la dépendance aux produits phytosanitaires stimule la recherche et l'innovation dans le domaine du biocontrôle. Elle passe par la compréhension du vivant et vise à trouver des solutions alternatives permettant de protéger les plantes. Pour cela **des moyens financiers importants privés et publics (Ecophyto) sont investis**. Même si les solutions proposées à ce jour sont encore souvent considérées comme pas assez efficaces au champ par les producteurs, moins pratiques, souvent plus coûteuses, le sens de l'histoire est tracé. Le but de cette note est d'observer le point de développement atteint, afin d'intégrer au mieux dans vos systèmes de culture les solutions opérationnelles et envisageables dès à présent sans objectif d'exhaustivité.

## Des incitations au recours au biocontrôle

Quelques actions permettant de générer des « Certificats d'Economie de Produit Phytopharmaceutiques » (dits **CEPP**) concernent le biocontrôle en grandes cultures. Nous pouvons citer la fiche 2017-26 relative à l'utilisation du CONTANS WG par exemple ou la fiche 2018-21 relative à l'utilisation du POLYVERSUM. Les CEPP ont ainsi pour objectif d'inciter les distributeurs à s'orienter vers la commercialisation ou le conseil de solutions alternatives permettant de réduire l'usage des produits phytosanitaires de synthèse.

Les **contrats MAE** (Mesures Agri Environnementales), reposant sur un engagement de l'agriculteur de réduire ses IFT (Indice de Fréquence de Traitement) en contrepartie d'une aide, sont également une source de motivation pour intégrer des solutions de biocontrôle à 0 IFT dans les systèmes de culture. ■

# Les limites du biocontrôle

Les solutions de biocontrôle sont souvent présentées comme dénuées de tout impact négatif sur le milieu. Sur la qualité de l'eau on peut le penser, même si l'amélioration des pratiques et le passage en zéro phyto des espaces publics (souvent imperméables) devrait réduire l'impact des produits de synthèse. Nous ne sommes toutefois pas à l'abri d'effets inconnus à ce jour sur les milieux ou la santé. **L'expérience des coccinelles asiatiques** introduites à l'origine comme solution de biocontrôle devrait inciter à la prudence.

Concernant les résistances, ces solutions sont souvent présentées comme l'avenir. Mais là aussi prudence : **les souches de micro ou macro organismes élevés en masse ont un patrimoine génétique très homogène**, et donc un comportement très stéréotypé. S'ils sont utilisés trop systématiquement sur des populations naturelles de bioagresseurs aux comportements plus diversifiés, on peut supposer que l'on a de fortes chances de sélectionner des

populations de bioagresseurs dont le comportement se sera adapté, leur permettant d'esquiver l'action du biocontrôle. La vraisemblance de ce scénario repose sur des phénomènes observés dans la nature. Par exemple en Asie, les abeilles se défendent des attaques du frelon asiatique, alors que c'est l'hécatombe chez nos abeilles locales. Dans les zones du monde colonisées par les plathelminthes prédateurs des vers de terres, on observe également un comportement adapté des vers que n'ont pas encore acquis nos vers de terres locaux.

D'autre part, les macro et microorganismes utilisés sont parfois davantage choisis pour leur facilité d'élevage ou de multiplication que pour leur efficacité dans un milieu naturel. Dans des conditions d'élevage artificiel ils peuvent également perdre des capacités utiles au champ ou un «fitness» en retrait par rapport aux populations naturelles. ■

## Où en est-t-on ?

Le biocontrôle, représente aujourd'hui un chiffre d'affaire certes limité comparé aux produits de synthèse, mais en forte croissance. L'**UIPP** estime que le biocontrôle, représente **5% du marché, mais devrait tripler d'ici à 2025 en France** avec une grosse part représentée par les trichogrammes, des micro-gêpes, dont six espèces sont développées. ■

## Les catégories de produits de biocontrôle

### Les macroorganismes

Visibles à l'œil nu, les macroorganismes sont des organismes vivants, invertébrés, insectes, acariens ou nématodes utilisés de façon raisonnée pour exercer une pression directe ou indirecte sur les populations de ravageurs. **Ils sont répertoriés sur une liste (arrêté du 26 février 2015) relative aux macro-organismes non indigènes utiles aux végétaux, notamment dans le cadre de la lutte biologique et dispensés de demande d'autorisation d'entrée sur un territoire et d'introduction dans l'environnement.** Les usages sont fréquemment réservés pour le contrôle des ravageurs en milieu confiné sous serre (lutte contre les aleurodes, pucerons, acariens, thrips ...), plus rarement en grandes cultures (régulation de la pyrale par les trichogrammes).

Il existe plusieurs catégories de macroorganismes auxiliaires :

- Les prédateurs qui dévorent leurs proies de l'extérieur (ex : coccinelles)
- Les parasitoïdes qui utilisent leurs hôtes pour effectuer une partie de leur développement. Les endoparasites se nourrissent de leurs proies de l'intérieur (ex Trichogramme), les exoparasites de l'extérieur.
- Les nématodes entomopathogènes ou molluscicides sont des petits vers qui pénètrent dans leurs hôtes et y libèrent leurs bactéries symbiotiques conduisant à la mort de l'hôte.

Les macroorganismes sont utilisés dans différentes méthodes de lutte :

- La lutte par acclimatation. Soumise à autorisation, cette méthode consiste à introduire de manière ►

permanente un ou des auxiliaires exotiques dans le milieu.

- La lutte par augmentation qui consiste à favoriser le développement de populations d'auxiliaires à court terme via des lâchers.
- La lutte par conservation ayant pour objectif de favoriser l'installation d'auxiliaires indigènes en implantant un milieu favorable (haie, abris, massifs d'arbustes...) pour augmenter la pression sur les ravageurs (intensification des processus de régulation biologiques). C'est un des fondement de l'agro-écologie.

### Les microorganismes

La catégorie des microorganismes regroupe les virus, bactéries, protozoaires et champignons. Grâce à leurs modes d'action divers et variés, les microorganismes permettent de lutter contre les bio-agresseurs (action directe) ou stimulent la capacité des plantes à se défendre (action indirecte).

Ils présentent plusieurs modes d'action :

- Le parasitisme : le microorganisme reconnaît spécifiquement sa cible, pénètre dans son hôte et produit des enzymes conduisant à la destruction de ce dernier.
- L'antibiose : le microorganisme produit des métabolites secondaires toxiques pour l'agent pathogène.
- La compétition spatiale et nutritive : elle empêche les microorganismes pathogènes de s'installer et de se développer.
- La stimulation des défenses des plantes

Le sol et les plantes hébergent une flore microbienne naturelle. Parmi ces micro-organismes, certains sont capables de protéger les plantes contre les maladies et font l'objet de travaux de recherche. Actuellement, une vingtaine de micro-organismes sélectionnés par les chercheurs ont été homologués et sont commercialisés pour la protection des cultures contre certaines maladies. Bien que parfois considérés comme moins efficaces que les traitements chimiques, les produits de biocontrôle à base de micro-organismes sont souvent proposés dans des stratégies de protection intégrée en combinaison avec des solutions chimiques (ex Polyversum ...).

Ces micro-organismes peuvent se distinguer en deux catégories :

- ceux qui agissent en interaction directe, par exemple la spécialité commerciale POLYVERSUM contenant *Pythium Oligandrum* M1. Il s'agit d'une bactérie qui attaque les champignons pathogènes comme ceux de la fusariose en blé, et du sclérotinia en colza.

Un deuxième exemple plus connu est le CONTANS WG, préparation phytosanitaire de nature biologique contenant des spores de *Coniothyrium Minitans*. Le champignon parasite agit contre les sclérototes et la croissance mycélienne de différentes souches de sclérotinia.

- ceux qui entrent en interaction indirecte, notamment les Substances de Défense Naturelle (SDN) ou Substances de Défense des Plantes (SDP). Elles déclenchent la sécrétion de molécules capables d'engendrer une cascade de réactions dans les plantes. Ces molécules appelées éliciteurs activent différents mécanismes qui rendent ainsi les plantes plus résistante aux attaques de maladies fongiques par exemple.

**Tableau 1 : Mode d'actions des microorganismes utilisés comme agents de biocontrôle (source ACTA)**

Bactéries	Production de toxines
	Emission de substances (antifongiques, stimulation des défenses naturelles, antibactériennes)
	Stimulation des défenses de la plantes cultivée
	Compétition nutritionnelle
Champignons	Compétition nutritionnelle et/ou spatiale
	Digestion du pathogène ou du ravageur
	Parasitisme
	Stimulation des défenses de la plante cultivée
Virus	Emission des substances (antifongiques, stimulation de défenses naturelles, antibactériennes)
	Développement dans les cellules du ravageur
	Réduction de la virulence des souches fongiques
	Destruction de bactéries

## Les médiateurs chimiques

Les médiateurs chimiques sont des substances volatiles et solubles, produites par les plantes ou les animaux dans l'environnement et qui agissent sur le comportement et/ou la physiologie d'autres organismes. Ce sont des substances extrêmement actives agissant en infimes quantités et pouvant être détectées sur de larges distances allant jusqu'à plusieurs kilomètres.

En agriculture, les médiateurs chimiques sont utilisés pour le suivi des vols d'insectes ravageurs (dispositifs de captures) ou pour le contrôle des populations d'insectes (méthodes de confusion sexuelle et piégeage de masse). On distingue deux types de médiateurs :

- **Les phéromones**, catégorie de médiateur chimique la plus utilisée en agriculture, ce sont des substances chimiques émises par un individu d'une espèce, qui ont pour effet de modifier le comportement d'un autre individu **de la même espèce**.
- **Les kairomones** ont pour effet de déclencher un comportement particulier chez un individu **d'une autre espèce** qui les perçoit : favoriser les rencontres entre les prédateurs ou parasites et leurs proies, favoriser la pollinisation ou les mécanismes de défenses de végétaux...

## Les substances naturelles

Elles sont composées de substances naturellement présentes dans le milieu et peuvent être d'origine végétale (ex : huiles essentielles), animale (ex : cire d'abeilles), minérale (ex : soufre, terres de diatomées) ou microbienne. Ces substances naturelles ont une action directe par ingestion ou par contact, ou bien indirecte par effet protecteur, répulsif, ou en stimulant les défenses naturelles des plantes.

On trouve des substances herbicides (acide acétique ou pélagronique), fongicides (huile essentielle d'orange, extrait de fenugrec ...), anti-germinatives (huile d'essence de menthe), nématocides (extrait d'ail), molluscicides comme le phosphate ferrique chélaté (SLUXX)...



Attention, les biostimulants ou « stimulateur de la vitalité des plantes » ne font pas partie des produits de biocontrôle, même si ceux-ci peuvent contribuer à améliorer l'état physiologique des plantes.

Tableau 2 : Synthèse des différents modes d'action des produits de biocontrôle

Plantes	Bioagresseurs	
Induction de résistance (SDP): substances naturelles microorganismes	Parasitisme : macroorganismes microorganismes	Prédation : macroorganismes
	Antibiose : microorganismes	Compétition : macroorganismes microorganismes médiateurs chimiques

# Place du biocontrôle dans le système de culture

Dans les systèmes de culture économes en produits phytosanitaires, les leviers techniques peuvent être classés en 3 catégories dites R.S.E pour structurer le raisonnement agronomique :

**R : comme reconception.** Les leviers sont raisonnés en amont du semis : rotation, travail du sol, choix variétal, date de semis, densité de semis, etc ... Ils visent à faire baisser la pression des bioagresseurs pour éviter de devoir lutter contre eux dans le respect des seuils de nuisibilité. Certains produits de biocontrôle peuvent être intégrés à cette catégorie (ex Contans sur sclérotinia du colza), car ils sont à mettre en œuvre préventivement pour diminuer la pression à venir du bioagresseur visé.

**S : comme substitution.** C'est à ce niveau qu'interviennent la plupart des solutions de biocontrôle. Si les leviers du domaine de la reconception n'ont pas suffi et qu'un bioagresseur dépasse le seuil de nuisibilité, une intervention va être nécessaire, et l'on recherche alors une solution de substitution qui peut être un désherbage mécanique sur adventices ou un produit de biocontrôle. Attention toutefois, les seuils utilisés avec les solutions de biocontrôle peuvent être différents de ceux utilisés avec les produits de synthèse.

**E : comme efficacité.** Si aucune solution de substitution n'est envisageable, une intervention chimique est mise en œuvre avec les méthodes permettant de maximiser l'efficacité pour réduire les doses à efficacité égale, ou maximiser l'efficacité à pleine dose (optimisation de la qualité de pulvérisation et des conditions d'intervention). ■

# BACILLUS PUMILUS

SPÉCIALITÉ COMMERCIALE : BALLAD

**BIOAGRESSEUR :**  
sclérotinia des  
brassicacées (ex colza)

**Catégorie**  
Microorganisme

**Utilisable en**  
Agriculture biologique

Oui

**Mode d'action**  
Antibiose

**Coût**

39 €/ha en pack à 1l/ha  
+ averdyn 0,5 l/ha

## C'est quoi ?

Bacillus pumilus est une bactérie naturellement présente dans le sol et qui produit des métabolites actifs sur le sclérotinia du colza. Rhapsody solution similaire est à base de bacillus subtilis



Sclérotinia sur tige de colza  
Source : EcophytoPic

## Comment ça marche ?

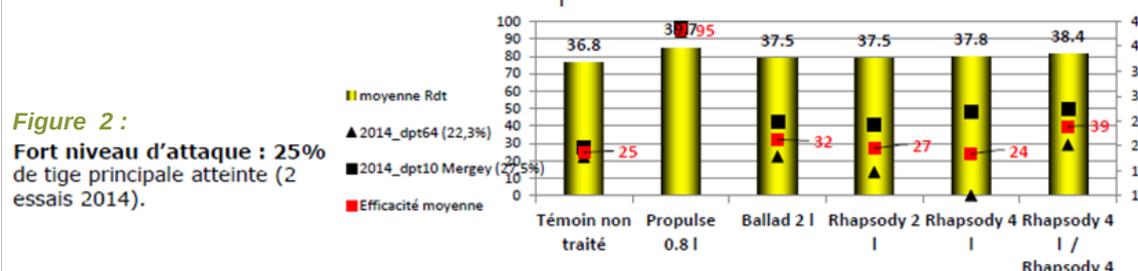
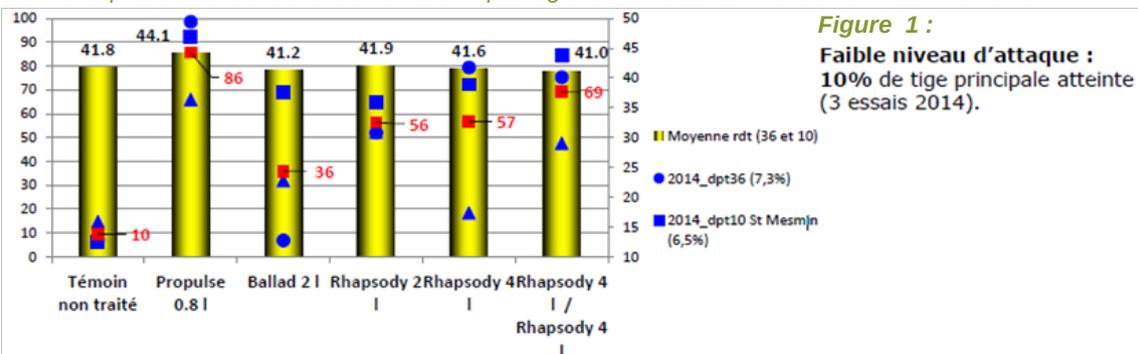
Bacillus pumilus sécrète des métabolites actifs qui ont pour effet l'inhibition de la germination des ascospores et la réduction de la croissance mycélienne de Sclerotinia Sclerotiorum. Les métabolites sécrétés lysent les membranes cellulaires, affectant l'intégrité des cellules et entraînant ainsi la mort du champignon pathogène. L'action est donc préventive comme pour les fongicides de synthèse. Ballad et Rhapsody sont conseillés en association avec un fongicide de synthèse voire commercialisés en pack.



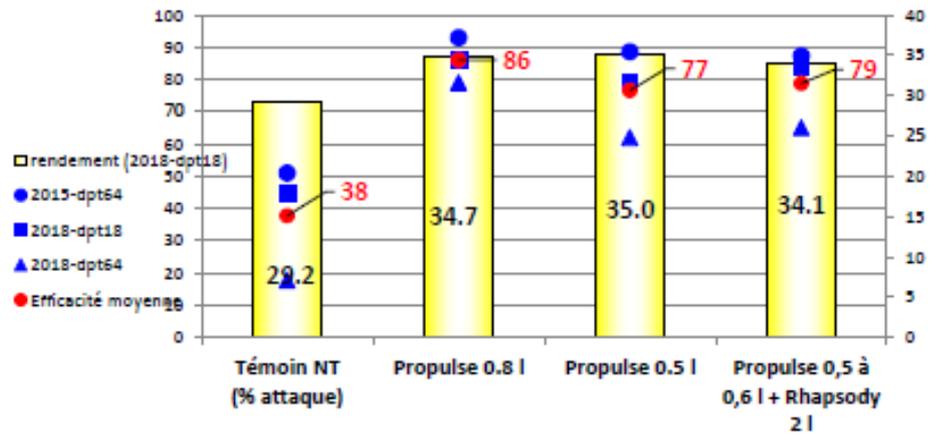
Kit pétale  
Source : Dephy 31

## Est-ce que ça marche ?

Essais Terres Inovia présentés lors de la réunion technique régionale «Hauts de France» en Automne 2018



**Figure 3 :**  
**3 essais avec fort niveau d'attaque (<15%) soit 38%. 2015-2018**



Sur 3 essais Terres-Inovia en conditions d'attaque faible (10% de plantes atteintes par le sclérotinia), Ballad (Bacillus pumilus souche QST 208), appliqué seul à 2 l/ha au stade chute des premiers pétales, a procuré un niveau d'efficacité de 36 % en moyenne, mais extrêmement variable. Rhapsody à 2 l/ha se hisse à 56% d'efficacité, plus régulière mais sans atteindre, y compris jusqu'à 4 l/ha, les 86% de Propulse appliqué à 0,8 l/ha.

Dans des situations d'attaques fortes avec 25% de plantes atteintes sur 2 essais, les efficacités de Ballad et Rhapsody à 2 l/ha ont été de 32 et 27 % très en retrait par rapport à Propulse à 0,8 l/ha qui a procuré 95% d'efficacité. Doubler la dose de Rhapsody à 4 l/ha n'a rien apporté et on plafonne toujours à 39 % d'efficacité avec 2 passages à 4 l/ha.

Enfin, sur 3 essais en situation de forte attaque avec 38% de plantes touchées, l'efficacité de Propulse à 0,8 l/ha a été de 86%, et 77 % à 0,5 l/ha confirmant un effet dose. L'association de 2 l/ha de Rhapsody aux 0,5 l/ha de Propulse n'a quasiment rien apporté au regard du surcoût et ne compense pas la réduction de 0,3 l/ha de Propulse.

## Intérêts et limites

- ⊕ Sans conséquence connue pour l'environnement
- ⊕ Réduction de l'IFT
- ⊕ Positionnement identique à un fongicide de synthèse
- ⊕ Prévention du risque d'apparition de souches résistantes à certains fongicides de synthèse du fait de l'association de deux modes d'action différents
- ⊖ Organisme vivant avec une efficacité variable
- ⊖ Coût plus élevé qu'une stratégie fongicide conventionnelle
- ⊖ Efficacité non démontrée sur les autres maladies du colza (oïdium et alternaria)

## Avis du conseiller

Les performances de Ballad/Rapsody appliqués seuls sont très modestes et très variables.

Associés à un fongicide conventionnel, les gains d'efficacité sont très faibles. Ainsi, le pack Rhapsody 2 l/ha + Propulse 0,5 l/ha ne procure pas de gain d'efficacité significatif par rapport à Propulse seul à 0,5 l/ha. Au vu du coût du pack soit environ 44€, l'intérêt semble donc très limité.

L'utilisation de Ballad/Rapsody seul est à limiter aux situations de faible pression sclérotinia avec un objectif de réduction d'IFT ou en système biologique. Il sera alors indispensable de faire baisser préalablement le risque sclérotinia avec les leviers agronomiques connus : rotation avec des délais de retour rallongés en tenant compte des autres cultures sensibles, utilisation de Contans WG, variétés à port aéré pour limiter la présence de rosée, densité et fertilisation azotée maîtrisées ...

# ACIDE NONANOÏQUE <sup>(pélargonique)</sup>

SPÉCIALITÉ COMMERCIALE : NOMANOÏQUE

**BIOAGRESSEUR :**  
Adventices,  
principalement dicots  
jeunes

### Catégorie

Substance naturelle  
organique

### Utilisable en Agriculture biologique

Oui

### Mode d'action

Contact

### Coût

15-20 €/l

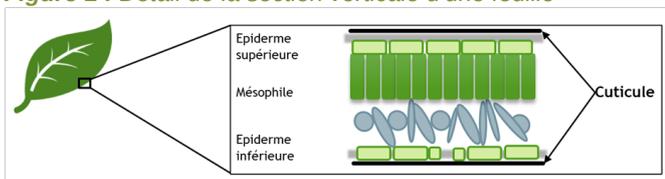
## C'est quoi ?

L'acide nonanoïque ou pélargonique est une substance naturellement présente dans le milieu et sécrétée par le géranium, *Pelargonium roseum*. C'est un liquide transparent, huileux non soluble dans l'eau avec une odeur désagréable. Le produit commercialisé est issu de l'huile de colza.

## Comment ça marche ?

L'acide nonanoïque attaque la cuticule des végétaux entraînant une déshydratation des tissus. En quelques heures la plante est desséchée. Cependant, le produit n'est pas systémique et le système racinaire reste intact. Il est vraiment efficace sur les jeunes plantules, pour le reste des situations (vivaces et plantes plus développées) l'acide limitera leur développement.

Figure 1 : Détail de la section verticale d'une feuille



Source : Inma Tinoco. CA 60

La cuticule est une couche protectrice qui recouvre les parties aériennes des plantes. Elle est composée par une succession de dépôts de cires et d'acides gras hydrophobes ayant deux rôles majeurs : protection de la plante contre le développement de pathogènes grâce à un environnement pauvre en eau, et la perte d'eau et des certaines molécules par évapotranspiration. De là, l'importance d'employer l'acide nonanoïque par temps sec et chaud. Les plantes, privées de cette protection se dessèchent et meurent sous l'effet des rayons solaires.

Un inconvénient du Beloukha est la dose appliquée et par conséquent le prix. Le Beloukha doit être utilisé à raison de 16l/ha, une quantité de trois à dix fois plus élevée que les spécialités chimiques autorisées pour défaner la pomme de terre.

**Actuellement l'acide nonanoïque (Beloukha) n'est homologué que pour le défanage de pommes de terre, l'épamprage, la maîtrise des adventices de la vigne et en jardin/espaces verts.**

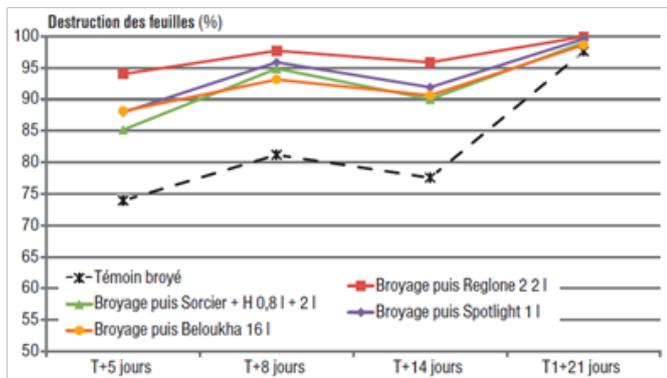


Pélargonium  
Source : F.Dumoulin

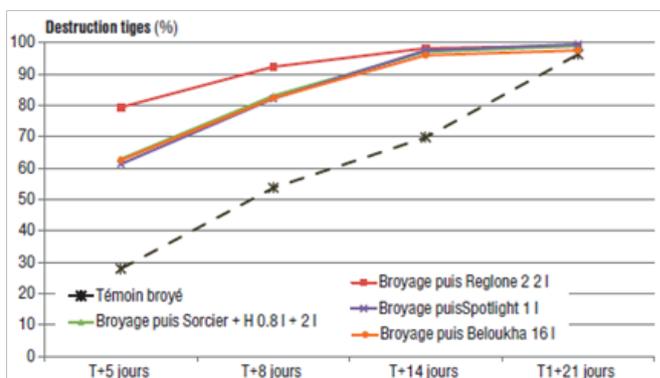
# Est-ce que ça marche ?

Efficacité des différents programmes de broyage puis défanage sur feuille (graphique 1) et tige (graphique 2) de pommes de terre. Variétés Nicola et Charlotte.

Graphique 1



Graphique 2



Source : Perspectives Agricoles n°458, septembre 2018

Arvalis a testé le produit entre 2012 et 2014 sur pomme de terre de consommation à chair ferme. Un broyage des fanes a été réalisé 24 et 48 heures avant l'application de Beloukha et les autres produits sur lesquels porte l'essai.

Comme le montre les graphiques ci-dessus, le Beloukha a une efficacité finale comparable à celle des défanants classiques comme le Sorcier ou le Réglyne, mais moins rapide que le Réglyne.

## Intérêts et limites

- + Sans conséquence connue pour l'environnement
- + Biodégradable sur 2 jours sans métabolites
- + Action visible 2-3 heures après le passage
- + IFT 0
- Substance irritante pour la peau et les yeux.
- Utilisation par temps sec et ensoleillé uniquement
- Dose d'application élevée et prix de revient à l'hectare très élevé

## Avis du conseiller

Le Beloukha est un produit de biocontrôle pour le défanage des pommes de terre avec un potentiel de développement dans les années à venir face aux retraits de produits. Cependant le coût par hectare et

la lenteur d'action sont des freins à son développement en dehors des situations où l'on recherche une alternative au Réglyne.

# HUILE DE MENTHE

SPÉCIALITÉ COMMERCIALE : BIOX-M®

**BIOAGRESSEUR :**  
anti-germinatif  
pomme de terre

## Catégorie

Substance naturelle  
d'origine végétale

## Utilisable en Agriculture biologique

Oui

## Mode d'action

Destruction des germes

## Coût

24 à 25 €/T

## C'est quoi ?

L'huile de menthe constitue une alternative au Chloprophame (CIPC), principale matière active actuellement appliquée en France en cours de conservation pour contrôler la germination des pommes de terre. Commercialisée sous le nom de BIOX-M®, l'huile de menthe est utilisable en agriculture biologique. Elle s'utilise donc pour le traitement des tubercules en chambre de stockage et n'affecte ni les qualités sensorielles ni les aptitudes culinaires de la pomme de terre (cuisson au four, à la vapeur et frites).

## Comment ça marche ?

L'huile essentielle de menthe verte (*Menta spicata*) repose sur un principe actif, le L-Carvone. Son usage depuis 2010 comme anti-germinatif sur les pommes de terre au stockage offre l'avantage d'un produit de traitement post récolte d'origine naturelle. Le produit est appliqué par thermonébulisation à intervalles de temps réguliers dans le bâtiment de stockage et se distribue dans la masse des tubercules. Il détruit très rapidement l'ensemble des germes présents et offre l'avantage de ne laisser que très peu de résidus sur les tubercules après leur déstockage. L'efficacité passe par une bonne étanchéité des bâtiments pendant les 48 h qui suivent le traitement.

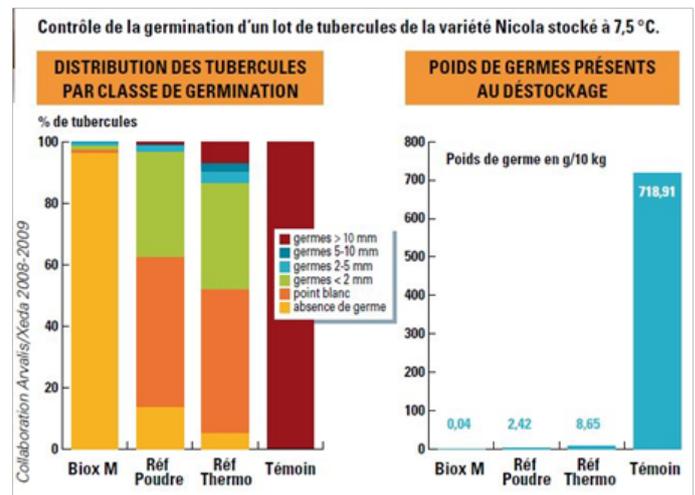
Un nouveau mode d'application est mis à disposition depuis trois ans reposant sur une diffusion du produit par évaporation. « Un appareil (Xedavap) a été spécialement conçu pour libérer l'huile de menthe par évaporation dans l'ambiance du bâtiment de stockage. L'application est quotidienne à dose faible sans intervention de l'homme et on a alors en permanence une ambiance chargée en huile de menthe, avec une forme vapeur qui circule plus facilement que celle par thermonébulisation » (Michel Martin -Arvalis).

## Est-ce que ça marche ?

figure 1 :

Efficacité de Biox M® après 7 mois de conservation

Source : Arvalis, Xeda 2008-2009



L'huile de menthe possède une très forte action dans la destruction rapide des germes présents au moment de l'application. Ceci permet de disposer d'un effet curatif en cas d'application décalée.

Officiellement l'utilisation de l'huile de menthe n'est pas soumise à LMR. A noter que les références poudres et thermo correspondent dans les graphiques à du CIPC.



Germes de pomme de terre  
Source : F.Dumoulin

Les observations réalisées sur la qualité des tubercules montrent l'innocuité de l'huile de menthe sur les principaux critères de qualité technologique.

**Figure 2 :**

Contrôle sur la qualité technologique et culinaire des tubercules après six mois de stockage à 7,5°C

	Tenue à la cuisson (Nicola)		Noircissement après cuisson (Nicola)		Coloration après friture (Bintje)	
	Témoin	Biox M	Témoin	Biox M	Témoin	Biox M
<b>Moyenne</b>	0.01	0.01	2.35	2.58	1.89	1.89
<b>Ecart-type</b>	0.02	0.02	0.25	0.1	0.08	0.13
Écart non significatif au sens statistique						

Collaboration Arvalis/Xeda 2008-2009

Source : • La Pomme de Terre Française – Janvier février 2011 – N°573

• Communication Arvalis Institut du Végétal – Journée technique nationale Pomme de terre 31 janvier 2018.

## Intérêts et limites

- ⊕ Absence de résidus
- ⊕ Efficacité
- ⊕ Une des deux solutions utilisables en AB (avec l'éthylène)
- ⊖ Coût élevé comparativement au CIPC et aux autres moyens disponibles (Éthylène et 1.4 DMN)

## Avis du conseiller

L'emploi du Chloprophame (CIPC) a conduit à la pollution de nombreux bâtiments de stockage qu'il est impossible d'assainir même par un nettoyage rigoureux. Même en conventionnel, certains producteurs se tournent donc vers cette alternative pour ne pas risquer d'hypothéquer l'utilisation à venir de leur bâtiment de stockage. En agriculture biologique, l'utilisation de l'huile de menthe représente une alternative efficace

pour limiter le processus de germination au stockage des pommes de terre tout en garantissant l'absence de résidus.

Si techniquement, l'usage de l'huile de menthe est désormais bien maîtrisé, son coût élevé représente sa principale limite.

# CONIOTHYRIUM MINITANS

SPÉCIALITÉ COMMERCIALE : CONTANS WG

**BIOAGRESSEUR :**  
sclérotinia du colza

### Catégorie

Microorganisme

### Utilisable en Agriculture biologique

Oui

### Mode d'action

Mycoparasitisme

### Coût

26 -32 €/ha

## C'est quoi ?

CONTANS WG est une préparation phytosanitaire de nature biologique contenant des spores de *Coniothyrium minitans*. C'est un mycoparasite qui cause la destruction des hyphes et des sclérotés de *Sclerotinia sclerotiorum*, *S. minor* et *S. trifoliorum* présents dans le sol

## Comment ça marche ?

En contact avec un sclérote, les spores de *Coniothyriumminitans* germent, et produisent des hyphes mycéliens qui envahissent les sclérotés puis des enzymes dégradent leurs structures cellulaires. Ainsi altérés, les sclérotés deviennent inaptes à émettre des filaments mycéliens ou des apothécies vectrices d'ascospores et sont finalement détruit en quelques mois selon les conditions de sol et climatiques. Le cycle du sclérotinia se trouve ainsi brisé.

Trois périodes d'applications sont possibles :

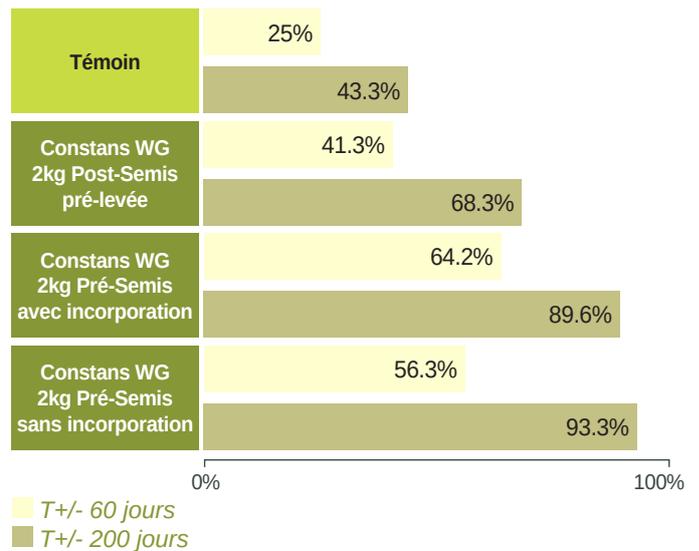
- En pré-semis du colza à 2 kg/ha, de préférence incorporé, visant les sclérotés superficiels, réduisant ainsi la pression de l'inoculum, notamment de la quantité d'ascospores source de contamination des pétales.
- En pulvérisation à 2 kg/ha en post-levée, jusqu'au stade 4-6 feuilles du colza. Cette méthode moins efficace que l'incorporation en pré-semis, ne doit être envisagée qu'avant des précipitations abondantes (ou irrigation). L'eau est en effet nécessaire pour assurer la pénétration des spores de *Coniothyriumminitans* au niveau des sclérotés.
- En pulvérisation sur les résidus de cultures infectés à 1 à 2 kg/ha selon la quantité de sclérotés présente. Il s'agit de réduire le stock de sclérotés viables apportés au sol et de réduire ainsi la quantité d'inoculum.

## Est-ce que ça marche ?

Figure 1 :

Efficacité du CONTANS WG sur l'altération des sclérotés - Essais Fredon 2011-2013

% de sclérotés altérés ou détruits



43% des sclérotés ont été naturellement altérés ou détruits - Ce taux passe à près de 90% avec 2 kg de Constans WG en pré-semis incorporé ou non.

Sclérotés attaqués  
par Contans® WG

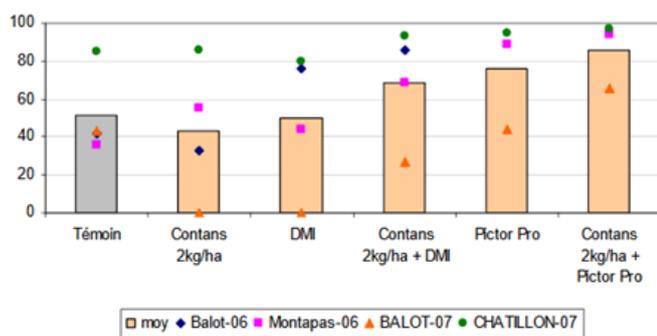


Sclérotés sains



Dans tous les essais réalisés par la Fredon, l'application de CONTANS WG augmente le pourcentage de sclérotés altérés par rapport au témoin non traité. C'est d'autant plus vrai que le temps passe. L'efficacité sur l'altération des sclérotés n'est pas la même selon le positionnement du CONTANS WG : l'application de CONTANS WG en pré-semis procure les meilleurs résultats. L'incorporation n'a rien apporté dans cet essai mais reste recommandée.

**Figure 2 : Efficacité des stratégies à base de CONTANS WG - Essais Fredon Bourgogne - Belchim 2006-2007**  
DMI = De-Methylation Inhibitors



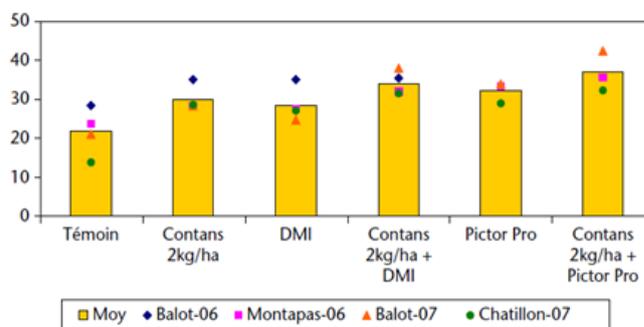
Dans ces 4 essais avec de fortes attaques (moyenne de 51 % de plantes touchées), une seule application de CONTANS à 2 kg/ha à été du même ordre d'efficacité qu'un fongicide à base de DMI appliqué au

stade G1 chute des premières pétales. L'association du CONTANS WG à 2 kg/ha en pré-semis avec un fongicide DMI procure un gain d'efficacité de l'ordre de 30 % par rapport au fongicide foliaire seul.

Associé à un fongicide plus performant (Pictor Pro), 2 kg/ha de CONTANS WG en pré-semis procure également un gain d'efficacité bien que plus modeste de l'ordre de 10 %.

En termes de rendement, les traitements uniques de CONTANS WG ou de fongicides conduisent à des gains de rendement de 6 à 10 q/ha par rapport aux témoins non traités. L'incorporation de CONTANS WG en pré-semis suivi d'un fongicide au stade G1 procure un gain supplémentaire.

**Figure 3 : Rendements moyens des différentes stratégies à base de CONTANS WG - Essais Fredon Bourgogne - Belchim 2006-2007**



## Intérêts et limites

- + Sans danger connu pour l'utilisateur
- + Sans conséquence connue pour l'environnement
- + Sans conséquence connue sur la vie du sol
- + Effet longue durée (12 à 18 mois)
- + Pas d'IFT
- Conditions de stockage exigeantes (sensible aux températures élevées et à la lumière)
- Efficacité dépendante des conditions d'applications (température et humidité du sol)

## Avis du conseiller

Dans les essais, une application de CONTANS en pré-semis apporte une réduction significative des attaques de sclérotinia. Par contre, l'utilisation de *Coniothyrium minitans* doit s'inscrire dans la durée et dans une stratégie de lutte plus globale. En effet, une seule application ne permet pas de détruire 100 % les sclérotés notamment dans le cas des rotations courtes,

de cultures sensibles, ou d'attaques importantes et récentes. La durée d'action CONTANS WG étant d'environ 12 à 18 mois, il convient de renouveler l'application chaque année afin réduire à moyen terme le potentiel infectieux du sol. Des essais ont d'ailleurs démontré que l'efficacité tend à augmenter lors d'applications successives.

## SOUFRE

SPÉCIALITÉS COMMERCIALES : HELIOSOUFRE, JUVILE, ACTIOL, THIOUST

**BIOAGRESSEUR :**  
Oïdium, septoriose  
des céréales

**Catégorie**Substance minérale  
naturelle**Utilisable en  
Agriculture biologique**

Oui

**Mode d'action**

Contact

**Coût**

15-30 €/ha

## C'est quoi ?

Le soufre est une substance minérale naturelle à action fongicide, utilisée pour lutter contre la septoriose du blé et l'oïdium des céréales, de la vigne et des arbres fruitiers.



*Oïdium sur orge*

Source : *Chambre d'agriculture du Tarn*

## Comment ça marche ?

Le soufre agit à différents niveaux des champignons : bloque la respiration cellulaire, inhibe la germination des spores (action préventive), inhibe la croissance de mycéliums (action curative) et détruit les fructifications (action éradiquante). Les tissus du champignon absorbent les vapeurs émises par le soufre grâce à la sublimation. Plus l'émission de vapeurs est importante plus le traitement est efficace.

Quatre facteurs influencent la sublimation :

- L'application du soufre est plus efficace par temps lumineux et frais que par temps chaud et couvert (N.Constant, 2013).
- La température optimale se situe à 25°C. En dessous de 15°C l'effet vapeur est négligeable.
- Par temps couverts et/ou frais, il est préférable d'utiliser le soufre mouillable car il adhère mieux, cependant les risques de brûlures sont plus élevés qu'avec la poudre.
- L'humidité est importante, il faut éviter de traiter sur feuilles mouillées puisque le soufre est non miscible à l'eau.
- Et enfin, plus les particules sont fines, meilleur est l'efficacité.

# Est-ce que ça marche ?

Le soufre est autorisé contre l'oïdium mais son efficacité est plus faible que celles des meilleurs molécules de synthèse. Face à la résistance croissante contre le métrafénone, Arvalis conseille l'association ou l'alternance des anti-oïdiums spécifiques, avec des molécules telles que le proquinazid et le cyflufénamid. Depuis deux ans, Arvalis et les Chambres d'Agriculture de Hauts-de-France mettent en place des essais pour mesurer le potentiel effet biocontrôle du soufre sur septoriose.

Les résultats obtenus ne sont pas concluants et parfois controversés. Il reste à suivre les résultats des essais des années à venir qui permettront de préciser l'intérêt ou les conditions d'emploi du soufre sur septoriose.

**Tableau 1:** Comparaison des efficacités des produits de synthèse avec le soufre contre oïdium et septoriose.

Source : Arvalis

Spécialité	Dose L/ha	Substance active	OIDIUM	SEPTORIOSE
FLEXITY	0,3	Métrafénone 300 g/l		
GARDIAN	0,5	Fenpropidine 750 g/l		
TALENDO	0,25	Proquinazid 200 g/l		
NISSODIUM	0,5	Cyflufénamid 50 g/l		
Soufre	8000 g/ha			

	Bonne efficacité		Efficacité moyenne
	Efficacité faible		Absence d'efficacité
	Usage autorisé		Non autorisé
	Efficacité variable		

## Intérêts et limites

- + Sans conséquence connue pour l'environnement
- + Pas d'IFT
- + Pas de risque de résistance
- + Image positive
- + Effet alimentaire. Appliquer 10 Kg de Thiovit à 80% de Soufre(s) équivaut à appliquer 20 % de Soufre(s) sous forme sulfate (S03)
- Efficacité très dépendante des conditions climatiques
- Irritant, avec une forte odeur, il peut provoquer des brûlures

## Avis du conseiller

Face au développement des souches de septoriose fortement résistantes aux produits conventionnels, le soufre comme d'autres produits de contact, revient sur le devant de la scène. Outre son activité fongicide, l'effet fertilisant aide sans doute la plante à mieux affronter les attaques des bioagresseurs.

A ce jour le soufre est homologué par exemple sur blé contre l'oïdium et la septoriose. L'oïdium reste une maladie secondaire du blé, observée irrégulièrement sur les variétés sensibles. Le meilleur moyen de lutte reste le choix variétal, la maîtrise de la densité de

semis et de la fertilisation azotée. L'utilisation du soufre en tant que moyen de biocontrôle sur la septoriose reste à évaluer plus précisément, peu de données récentes sur plusieurs années d'expérimentation étant disponibles pour donner un avis fiable sur l'intérêt du soufre contre la septoriose en situation de forte pression. En situation faible pression, l'effet alimentaire semble plus significatif que l'effet anti-septoriose. Attention le soufre ne protège pas contre la rouille jaune

# PYTHIUM OLIGANDRUM

SPECIALITÉS COMMERCIALES : POLYVERSUM

**BIOAGRESSEUR :**  
sclérotinia du colza  
et fusarium du blé

### Catégorie

Microorganisme

### Utilisable en Agriculture biologique

Oui

### Mode d'action

Parasitisme

### Coût

20-27 €/ha

## C'est quoi ?

*Pythium Oligandrum* est un oomycète mycoparasite. Il parasite un grand nombre de champignons phytopathogènes tels que *Fusarium graminearum* et *Sclerotinia sclerotiorum*.

## Comment ça marche ?

*Pythium Oligandrum* croît vers les champignons pathogènes, entre en compétition avec eux et les parasite. Puis il dégrade la paroi des champignons cibles par action enzymatique pour les coloniser entraînant ainsi la mort de l'hôte. Si le mycoparasitisme est le principal mode d'action de *Pythium oligandrum*, il agit également comme stimulateur de défense des plantes (SDP) en induisant la synthèse de protéines spécifique. Il accélère la croissance racinaire en stimulant la production de phytohormones de croissance. L'absorption de phosphore et d'oligo-éléments par la plante est ainsi favorisée.



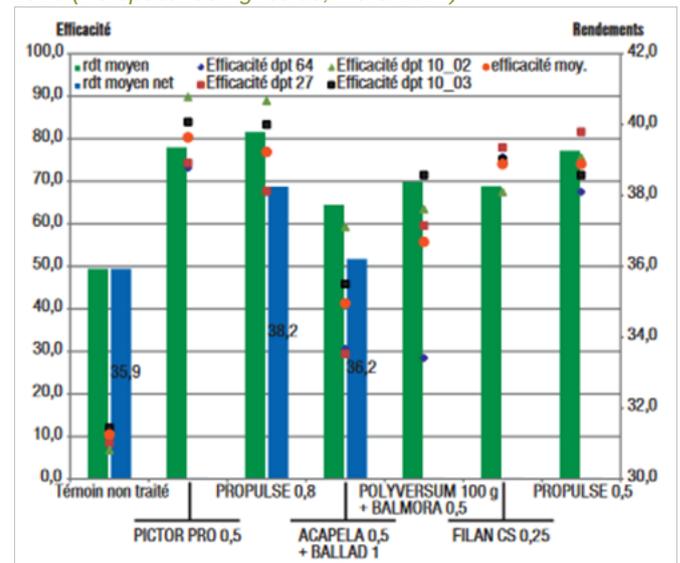
Septoriose à ascospores

Source : F. Dumoulin

## Est-ce que ça marche ?

### Sur colza

**Figure 1 :** Résultats de POLYVERSUM comparés aux solutions fongicides conventionnelles - Essais Terres Inovia 2016 (Perspectives Agricoles, mars 2017)



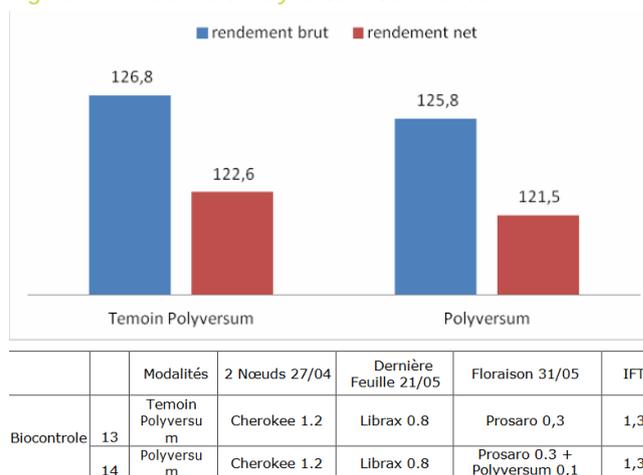
Dans les essais Terres Inovia de 2016, POLYVERSUM utilisé seul a montré une efficacité de l'ordre de 30 % sur tige avec 11 % de plantes aux tiges attaquées. Toutefois, la persistance n'a pas été suffisante pour protéger les ramifications secondaires, contrairement aux références à base de boscalid (Pictor Pro associé, Filan S) ou de prothioconazole (Propulse, Prosaro). Bien que proche des références, l'efficacité du pack associant POLYVERSUM avec du metconazole ou du tébuconazole en demi-dose demeure en retrait comparé à Propulse ou Pictor Pro à pleine dose ou à demi-dose.

## Sur blé

Arvalis a testé Polyversum depuis 2016 en association avec du metconazole (Sunorg Pro ou Caramba star) et également avec du prothioconazole et du tébuconazole (Prosaro). Dans ces essais, l'apport de Polyversum a été jugé faible et variable, qu'il soit utilisé seul ou en mélange.

Des essais mis en place par la Chambre d'agriculture du Nord Pas de Calais vont dans le même sens. L'ajout de Polyversum au T3 sur la variété Fructidor n'a pas procuré de gamme de rendement

Figure 2 : Biocontrôle Polyversum sur Fructidor



Source : CA62-59

## Intérêts et limites

- + Sans conséquence connue pour l'environnement
- + Réduction de l'IFT en association avec un fongicide
- + Positionnement identique aux fongicides
- + Prévention du risque de l'apparition de résistance
- Organismes vivants avec des efficacités variables
- Coût comparé à un fongicide conventionnel à pleine dose
- Utilisation déconseillée en bas volume en raison de problème de bouchage avec certains filtres (voir notice d'utilisation)
- Ne peut pas être associé avec tous les fongicides (voir recommandations de la firme)

## Avis du conseiller

Sur blé, l'intérêt de POLYVERSUM n'a pas été démontré dans les essais réalisés ces dernières années. Sur colza, il est recommandé d'associer POLYVERSUM à un fongicide conventionnel à demi

dose. Toutefois, le pack POLYVERSUM+ fongicide à demi-dose ne procure pas de gain d'efficacité significatif par rapport à un Propulse seul à 0,5 l/ha. Au vu du coût du pack, son intérêt semble donc limité.

# TERRE DE DIATOMÉE

SPÉCIALITÉS COMMERCIALES : SILICOSEC®

**BIOAGRESSEUR :**  
insectes au stockage  
des céréales

### Catégorie

Substance naturelle  
d'origine minérale

### Utilisable en Agriculture biologique

Oui

### Mode d'action

Contact

### Coût

7.5 à 10 €/kg

## C'est quoi ?

Les diatomées sont des micro-algues unicellulaires enveloppées par un squelette externe majoritairement composé de silice. On appelle terre de diatomées, les dépôts fossiles de squelettes de diatomées.

La terre de diatomée est une substance active autorisée dans l'Union Européenne depuis 2009. Elle ne dispose pas de Limite Maximale de Résidus (LMR). Une formulation insecticide et acaricide à base de terre de diatomée dispose d'une Autorisation de Mise sur le Marché (AMM). Ce produit, dénommé Silicosec®, est fabriqué par une société allemande et distribuée en France par Kreglinger.

Cette formulation sous forme de Poudre de Contact (CP) qui contient 920 g/Kg de terre de diatomée est autorisée pour deux usages :

- Traitements généraux : désinsectisation des locaux structures et matériel, à la dose maximale de 10g/m<sup>2</sup> dans la limite d'une application par an ;
- Traitement des céréales : traitement des produits récoltés contre les ravageurs des denrées stockées, à la dose maximale de 2 kg/t dans la limite d'une application par an.

## Comment ça marche ?

De par sa composition (dioxyde silicium, composé chimiquement inerte), le Silicosec® absorbe les corps gras de la cuticule des insectes et par effet complémentaire abrasif, engendre la mort des insectes par dessiccation. Plus la température du grain est élevée, plus les insectes sont actifs et plus la mortalité est importante. La nature du produit pourrait laisser supposer une absence de danger. Il est donc précisé que « pour protéger l'opérateur et le travailleur s'il doit intervenir dans le local d'application, le port de gants, d'une combinaison de travail et d'une protection respiratoire (masque de type FFP2 conforme à la norme EN 149) est nécessaire. En effet, si cette substance est non-classée toxique, elle peut néanmoins présenter un risque par inhalation pour les opérateurs exposés. Enfin, l'AMM de Silicosec® s'accompagne d'une unique contrainte d'usage : l'interdiction du transport pneumatique des grains après traitement.

*Terre de diatomée au stockage  
Source : Arvalis*

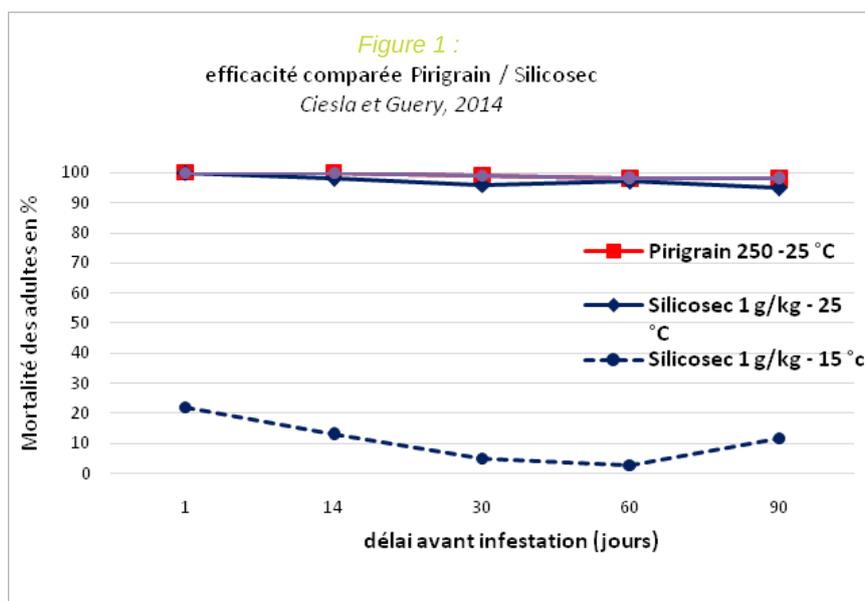


# Est-ce que ça marche ?

Toutes les espèces d'insectes ravageurs des denrées stockées n'ont pas la même sensibilité à la terre de diatomée. Fields et Muir (1995) classent les espèces de la plus à la moins sensible (lors de traitement sur la masse totale de grain) : le petit silvain plat > le silvain > les charançons > le capucin des grains > les triboliums.

Sur les essais réalisés, l'efficacité est comparable au traitement de référence Pirigrain (Pirimiphos Menthyl) à une température de 25 °C, telle que l'on peut l'observer dans les semaines qui suivent la récolte. Les travaux de Ciesla et Guery (2014) ont permis de constater qu'une baisse de température de 10 °C entraîne une perte d'efficacité moyenne de 60 % sur les charançons du riz.

La durée de contact des insectes avec le produit doit être de 14 jours pour approcher de 100 % de mortalité.



Source communication ARVALIS

## Intérêts et limites

- + Nettoyage des locaux approfondi avec une application à la dose de 10 g/m<sup>2</sup> un à deux mois avant la réception du grain
- + Possibilité d'intervenir en rattrapage sur le grain
- + Efficacité renforcée par des températures chaudes et sur grain sec
- Protection respiratoire de l'applicateur obligatoire et prise en compte des contraintes liées au transport du grain
- Efficacité moindre sur tribolium
- L'application sur le grain engendre des baisses de PS significatives (de 3 à 5 kg)

## Avis du conseiller

La terre de diatomée est une des solutions disponibles pour lutter contre les insectes au stockage. Elle est maintenant disponible en France avec la formulation Silicosec®. Sauf à traiter exceptionnellement l'ensemble d'un lot à forte dose, la terre de diatomée n'est pas adaptée pour un traitement curatif. Elle est davantage

un outil de protection préventive des infestations. Il s'agit d'un levier efficace dans certaines conditions d'utilisation (températures élevées et faible humidité), qui ne doit pas être utilisé seul mais en combinaison avec d'autres mesures comme le nettoyage préalable pour un traitement des locaux.

BIOAGRESSEUR :  
limaces

**Catégorie**

Substance minérale  
naturelle

**Utilisable en  
Agriculture biologique**

Oui

**Mode d'action**

Intoxication

**Coût**

30 €/ha

## C'est quoi ?

Le phosphate de fer est une substance minérale naturelle. Le chélate associé est un acide aminé de synthèse. Les spécialités commerciales sont proposées sous forme d'appâts granulés à base de farine.

## Comment ça marche ?

Le phosphate de fer est une substance naturelle quasiment sans impact environnemental et présente un peu partout. Sa toxicité est en effet très faible avec une DL50 par voie orale chez le rat de 1487mg/kg chez les mâles et plus de 5000 mg/kg chez les femelles. Pour mémoire la DL50 du sel de cuisine est de 2000 mg/kg. Cette toxicité est si faible, que le phosphate ferrique seul n'aurait pas d'efficacité molluscicide. Il est donc chélaté ce qui lui permet de s'accumuler dans le système digestif des limaces avant de libérer le fer qui agit par intoxication. Les mollusques cessent alors de s'alimenter et meurent discrètement dans le sol. Les comptages de limaces mortes est donc un mauvais indicateur.



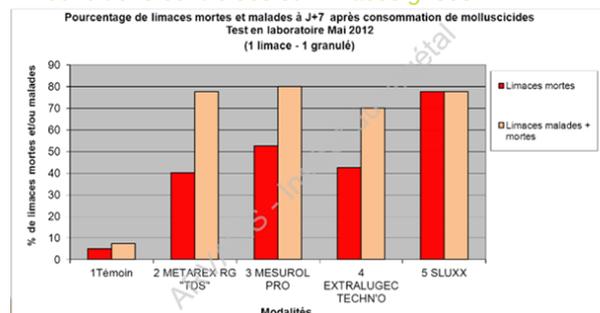
## Est-ce que ça marche ?

Comme pour tous les antilimaces, l'enjeu des formulations sous forme d'appâts est d'assurer une bonne résistance à la pluie, et un nombre de granulés élevé à dose homologuée égale, car un granulé touché devient moins attractif. SLUXX s'utilise de la même façon que les granulés à base de méthaldéhyde. Attention à la qualité de l'épandage.

Figure 1 :

Test d'efficacité des molluscicides

En conditions contrôlées sur limaces grises



Source : ARVALIS 2012

Limace grise

Source : C.Gazet

# Intérêts et limites

- + Le moins écotoxique des antilimaces
- + Jusqu'à 66 granulés/m<sup>2</sup> à 7 kg/ha contre 54 pour les meilleurs méthaldéhydes.
- + Formulation assez résistante à la pluie
- + Comme tous les produits de biocontrôle, compte pour 0 IFT.

- Pas totalement dénué de toxicité sur les vers de terres (anéciques).
- Le chélate considéré comme formulant, n'est pas soumis aux mêmes règles d'homologation que les matières actives, alors qu'il explique l'écotoxicité faible mais non nulle du produit commercial et en assure l'efficacité.

## Avis du conseiller

**Le Phosphate ferrique est à intégrer dans une démarche plus globale du système de culture.**

**Pour les cultures d'automne le plus efficace est de perturber le cycle des limaces en interculture d'été** (ex travail du sol) surtout quand les conditions climatiques sont déjà difficiles pour les limaces (nombreux prédateurs, sécheresse, faibles ressources alimentaires).

**Pour les cultures de printemps choisir des couverts d'interculture** peu appétants comme la moutarde ou la phacélie.

**Favoriser les nombreux prédateurs** comme les oiseaux, reptiles, amphibiens, petits mammifères, nématodes, champignons, mais surtout les carabes qui sont principaux prédateurs des limaces la nuit.

**Soigner le semis pour favoriser un développement rapide de la culture.**

**Lutter de façon raisonnée.** Poser des pièges mais au-delà du seuil (voir BSV), ils servent surtout à détecter la présence du ravageur et à anticiper les dégâts. On peut être au seuil et avoir des dégâts, ou au-delà du seuil et ne pas en avoir parce qu'il fait sec en dehors de la protection et de l'humidité offerte par les pièges.

**En dernier recours,** le phosphate ferrique (**SLUXX HP 7kg/ha**) est néanmoins la solution la plus respectueuse des auxiliaires et des vers de terre, en tout cas les vers de compost sur lesquels les études sont faites (les *lombricus terrestris* sont plus compliqués à élever en laboratoire). En raison de la toxicité du chélate attention aux bonnes pratiques en ne laissant pas des tas consommables par les animaux domestiques et sauvages voir les enfants.

# SPINOSAD

SPÉCIALITÉS COMMERCIALES : SUCCESS GR, SUCCESS 4

**BIOAGRESSEUR :**  
taupins, doryphores

**Catégorie**  
Microorganisme

**Utilisable en**  
**Agriculture biologique**  
Oui

**Mode d'action**  
Antibiose

**Coût**  
60 €/ha

## C'est quoi ?

Le Spinosad est une substance active obtenue par fermentation d'une bactérie naturelle présente dans le sol (*Saccharopolyspora spinosa*). La fermentation de cette bactérie donne deux métabolites insecticides biologiquement actifs : la spinosyne A et la spinosyne D. Le Spinosad est issu du mélange de ces deux métabolites.

## Comment ça marche ?

Le Spinosad agit par contact et par ingestion comme une neurotoxine. Une fois absorbé par l'insecte, le spinosad atteint rapidement le système nerveux central et provoque une paralysie de l'insecte qui ne peut plus s'alimenter.

## Est-ce que ça marche ?

**Tableau 1**  
Source : ARVALIS

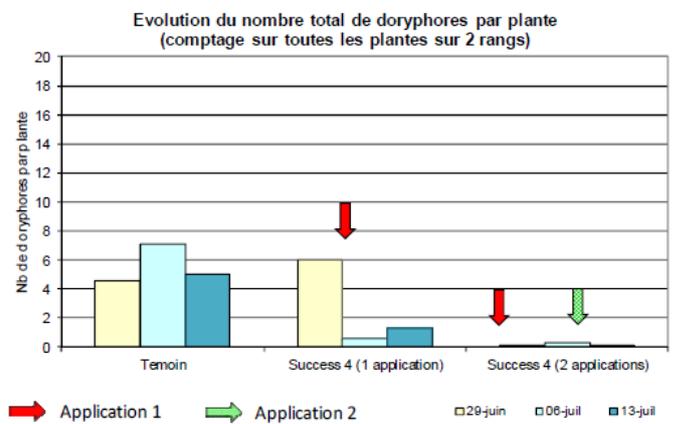
Larves non traitées, nourriture traitée insecticide (60 larves par modalité)				
Modalités	Total de larves mortes à J+6	% de mortalité	Analyse statistique (test de Tukey) sur le nombre total de larves mortes à J+6	Consommation des feuilles (1)
DECIS PROTECH 0.5/ha	4	6.7	d	Bcp
Témoin non traité	6	10.0	d	Bcp
KARATE ZEON 0.075/ha	22	36.7	c	Moy
NUJELLE D550 0.6/ha	39	65.0	b	Moy
CORAGEN 0.06/ha	41	68.3	b	Peu
ACTARA 0.08kg/ha	55	91.7	a	Très peu
SUCCESS 4 0.2/ha (2)	55	91.7	a	Très peu
PROTEUS 0.45/ha	57	95.0	a	Peu

(1) Le niveau qualitatif indiqué de la consommation des feuilles correspond à une appréciation moyenne de 4 observations (J+1, J+2, J+3, J+6).  
(2) Dose 0.2/ha choisie car correspondant à la dose maximale autorisée en arboriculture ; la dose homologuée au 5/11/2012 est de 0.075/ha

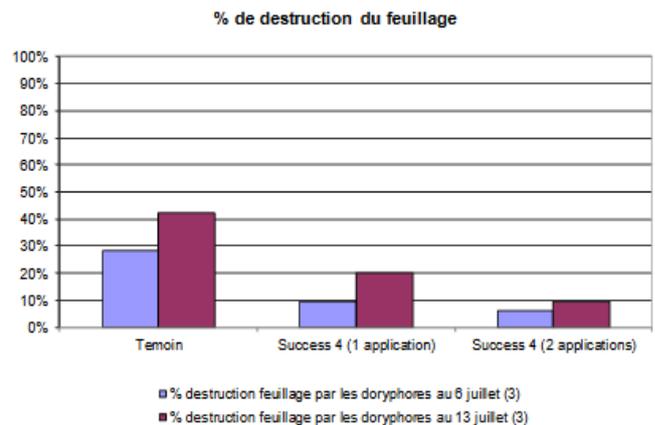
### Sur pomme de terre

Deux produits, à base de spinosad, sont homologués sur pommes de terre : le SUCCESS 4 sur doryphores et le SUCCESS GR sur taupins.  
En pommes de terre, sur doryphore, le SUCCESS 4 présente des efficacités équivalentes aux insecticides et notamment aux néonicotinoïdes désormais interdits.

**Figure 1**  
Source : ARVALIS



**Figure 2**  
Source : ARVALIS



Dans les 9 essais Arvalis réalisés entre 2014 et 2018, le SUCCESS GR a montré une efficacité moyenne équivalente à la référence lambda-cyhalothrine pour réduire le pourcentage de tubercules attaqués. Le SUCCESS GR s'applique avec un diffuseur queue de carpe spécifique (diffuseur QDC-DXP-L) permettant une bonne répartition des granulés autour du plant pour une meilleure efficacité.



Doryphore jeunes larves  
Source : F. Dumoulin



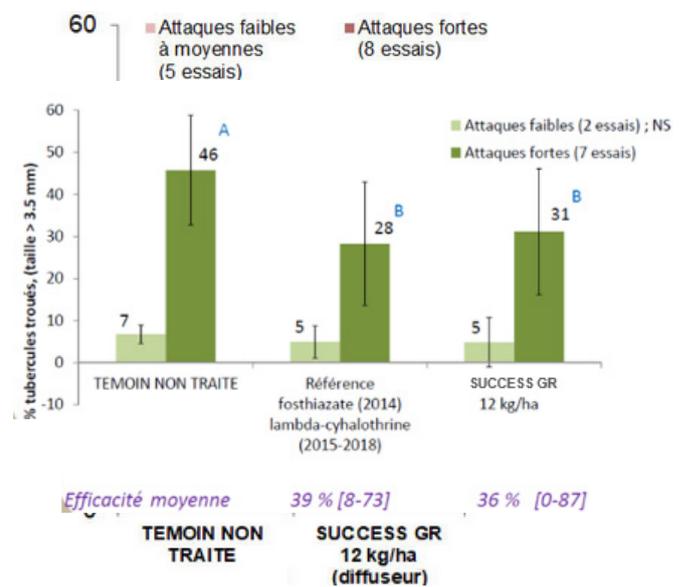
Doryphore adulte  
Source : F. Dumoulin

## Sur maïs

Arvalis a testé le SUCCESS GR dans 13 essais entre 2012 et 2018. Les essais ont révélé une efficacité limitée en situation de faible intensité d'attaques : 28% lorsque les attaques sont inférieures à 20% dans le témoin. L'efficacité est insignifiante (< 10%) en situation d'attaques plus importantes (supérieures à 30% dans le témoin).

Figure 3 :

Efficacité du SUCCESS GR sur taupins - synthèse des essais maïs grain et maïs fourrage réalisés par Arvalis (2012-2018)



## Intérêts et limites

- + Pas de risque de résistance
- + Positionnement identique aux insecticides conventionnels
- + Pas d'IFT

- Plus cher qu'un insecticide conventionnel
- Toxique pour les pollinisateurs et les auxiliaires

## Avis du conseiller

En maïs, le spinosad n'apporte pas une efficacité satisfaisante pour protéger la culture contre les taupins. En revanche, sur pomme de terre, le spinosad, seul produit de biocontrôle homologué sur doryphore, présente une efficacité comparable voire supérieure aux insecticides classiques.

Le spinosad est sujet dernièrement à une controverse : bien que produit de biocontrôle, le spinosad a, comme

certains insecticides de synthèse, des conséquences néfastes sur les abeilles et autres pollinisateurs ainsi que sur les auxiliaires de manière générale. Comme pour tous les insecticides, il conviendra donc de mettre en œuvre des moyens de prévention agronomique, et de n'utiliser le produit qu'en dernier recours.

**BIOAGRESSEUR :**  
Pyrale du maïs

<p><b>Catégorie</b> Microorganisme</p>	<p><b>Utilisable en Agriculture biologique</b> Oui</p>
<p><b>Mode d'action</b> Endoparasite</p>	<p><b>Coût</b> 40 €/ha</p>

## C'est quoi ?

Les trichogrammes sont des micro-hyménoptères oophages utilisés pour lutter contre la pyrale du maïs.

## Comment ça marche ?

Quelques soient leur forme de conditionnement (plaquettes ou capsules), les trichogrammes sont à disposer dans les parcelles au plus près des pontes de pyrale. Les suivis de vols diffusés dans le BSV permettent de connaître le moment opportun pour intervenir. Les plaquettes contiennent des œufs de teigne de farine parasités par des trichogrammes à quatre stades larvaires différents. Ainsi les sorties de trichogrammes adultes sont échelonnées. Les adultes émergeant de ces plaquettes vont pondre dans les œufs de pyrale. Les œufs parasités deviennent noirs au

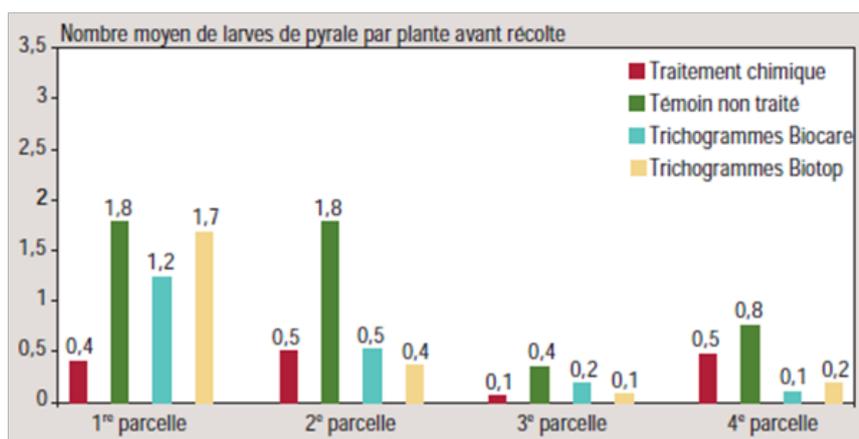
bout de quelques jours. Les larves de trichogrammes s'y développent au détriment des larves de pyrale et donnent de nouveaux trichogrammes adultes. Les générations filles prennent ainsi le relai des adultes issues des plaquettes. Ce renouvellement des générations de trichogrammes permet de couvrir l'ensemble de la période de ponte de la pyrale.

Aujourd'hui, il est possible d'épandre des capsules de trichogrammes par drone.

## Est-ce que ça marche ?

Des essais réalisés par Arvalis en 2009 ont montré comme pour les insecticides, que les trichogrammes présentent une bonne efficacité à condition d'être bien positionnés. En effet, l'adéquation entre le stade de développement du ravageur et le mode d'action du produit choisi est la principale clé de réussite de la protection.

**Figure 1 :**  
*Comparaison de l'efficacité des trichogrammes par rapport à un traitement insecticide (Perspectives agricoles n°379, juin 2011).*





*Trichogrammes sur ponte de pyrale*  
Source : Revue UFA

## Intérêts et limites

- + Sans danger pour l'utilisateur
- + Sans conséquence connue pour l'environnement et les autres auxiliaires
- + Application possible par tous les temps
- + Pas de dégât sur le maïs / passage d'un insecticide
- + Pas d'IFT
- + Pas de risque de résistance
- + Persistance d'action
- + Préserve les auxiliaires évitant la pululation de puceron souvent observée après un insecticide
- + Image positive
- Organisme vivant => efficacité dépendante des températures
- logistique et conditions de stockage plus exigeantes
- Temps de mise en place = 4 à 5 ha/h pour les plaquettes
- Coût plus élevé qu'un insecticide

## Avis du conseiller

L'utilisation des trichogrammes pour lutter contre la pyrale du maïs est désormais une pratique courante qui procure des résultats satisfaisants malgré les échecs observés en 2018. En effet, les fortes températures de l'été ont eu pour effet d'accélérer l'éclosion des trichogrammes et de diminuer le taux de femelles dans les générations filles. Par conséquent, les trichogrammes n'ont pas permis de couvrir l'ensemble du vol de pyrales.

L'utilisation des trichogrammes doit s'intégrer dans une démarche prophylactique (broyage des cannes de maïs pour diminuer la population larvaire) afin de maximiser les chances de succès avec ce moyen de biocontrôle en complément.

**BIOAGRESSEUR :**  
champignons autres  
que pythiacées sur  
semences de céréales

### Catégorie

Substance organique  
naturelle

### Utilisable en Agriculture biologique

Oui

### Mode d'action

contact

### Coût

> 5 €/ha

## C'est quoi ?

Le vinaigre est une solution aqueuse à faible teneur en acide acétique. Son action en tant que fongicide est signalée dans des publications scientifiques et techniques à partir de 1928. Le vinaigre est alors utilisé comme fongicide pour protéger les plantes de blé et d'orge ou des semences de légumes (carottes, tomates ...). Cette technique a ensuite été remplacée par les traitements chimiques (source ITAB). Le vinaigre refait son apparition avec le développement de l'agriculture biologique qui explore des solutions ou « substances » non préoccupantes, répertoriées dans la liste à l'annexe II du règlement bio (CE) n°889/2008. Des travaux ont permis à l'ITAB de faire reconnaître son utilité en tant que substance de base depuis le 1<sup>er</sup> juin 2015.

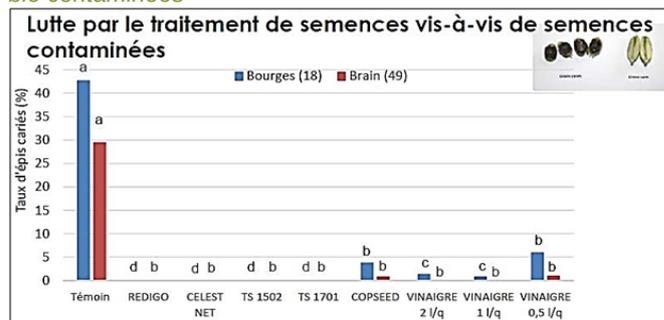
## Comment ça marche ?

Le vinaigre limite l'agression des spores de champignon. Son effet a été démontré contre l'alternaria sur tomates et carotte, ainsi que sur les maladies fongiques transmises par les semences comme la carie. L'effet est également bactéricide grâce à son impact sur le pH du milieu.

## Est-ce que ça marche ?

Des essais réalisés par différents partenaires associés (notamment la FREDON Nord Pas de Calais) ont porté sur la recherche de solutions biologiques pour lutter contre la carie du blé. Cet agent pathogène, *Tilletia caries* et *Tilletiafeotidia*, se présente sous une forme discrète jusqu'à l'épiaison des céréales, avant de s'extérioriser avec un aspect ébouriffé des épis, d'une couleur verte. A la récolte, les grains cariés de couleur noire présentent une odeur de poisson avarié.

Figure 1 : Efficacité de traitements anti carie sur semence de blé contaminées



Source Arvalis

Le fort pouvoir de propagation de la maladie et sa longue conservation dans le sol font de la carie, une maladie préoccupante contre laquelle la seule stratégie de lutte est la protection des semences.

Le vinaigre à la dose de 1 l/q présente une efficacité intéressante sur le grain dans les différents essais sans atteindre toutefois l'efficacité des traitements de semence conventionnels. Son efficacité est donc indéniable sur les semences, mais non totale. Le vinaigre apporte un niveau de protection insuffisant dans le cas d'un sol contaminé.

## Intérêts et limites

- + Très faible danger pour l'utilisateur.
- + Facilité de mise en œuvre et sans conséquence pour l'environnement
- + Application possible sur blé et orge (1 l. vinaigre à 5 à 8 % + 1 l d'eau / q de semences)
- + Pas d'IFT
- + Image positive
- Efficacité limitée sur les autres champignons tels que pythiacées (pythium)
- Sur carie, efficace seulement sur le grain. Insuffisant sur un sol contaminé.
- Attention si surdosage, des conséquences possibles sur la germination

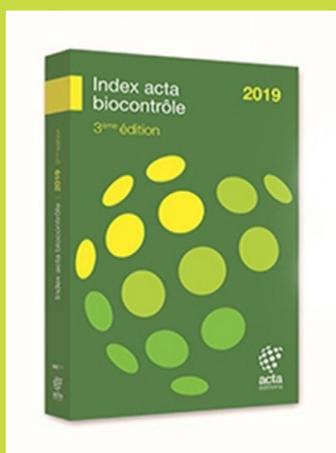
## Avis du conseiller

Cette solution se généralise dans les stations de semences qui fournissent les agriculteurs biologiques, en semences certifiées. Elle est économique même si l'on peut lui reprocher son spectre limité. La qualité sanitaire des semences est étroitement liée aux

conditions qui entourent la fin de cycle des céréales et la récolte. En année favorable, comme l'année 2018, le renouvellement des semences, la qualité des récoltes et le tri représentent les premières garanties pour limiter les risques de pertes à la levée.

# POUR ALLER PLUS LOIN

Index Acta des produits  
de biocontrôle  
[acta-editions.com](http://acta-editions.com)



RMT Elicitra : stimulation des  
défenses naturelles des plantes  
[elicitra.org](http://elicitra.org)



Phytoma chaque mois de mars en  
dossier biocontrôle



### AUTEURS

François DUMOULIN  
Hélène BAUDET  
Gilles SALITOT  
Inma TINOCO



Avec le soutien  
financier de l'Agence  
de l'Eau Saine  
Normandie

